Tauchtabellen & Tauchcomputer

„Jeder Tauchgang ist ein Dekotauchgang“ lautet ein häufiges Statement in Taucher Foren und kaum ein Thema wird so kontrovers, teilweise emotionsgeladen diskutiert. Sporttaucher, die sich -über die in der Grundausbildung vermittelten physiologische Grundlagen hinaus- tiefergehend mit der Dekompressionstheorie, mit Tabellen, Tauchcomputern, Rechenmodellen und Deko-Software beschäftigen wollen, fragen sich teilweise erstaunt, warum eigentlich relativ wenige Weiterbildungsangebote in dieser Hinsicht im Sporttauchbereich angeboten werden. Ist dies ausschließlich technischen Tauchausbildungen vorbehalten? Taucher.Net begab sich auf „Fortbildung“ und weiß Interessantes zu berichten.

Bericht von Hans „Shuttle“ Schach

Ja, es ist nicht einfach, als interessierter Sporttauchtaucher Weiterbildungsangebote im Bereich Dekompressionstauchen, Tabellen, Tauchcomputer und Deko-Software zu finden, ohne gleich eine technische Tauchausbildung zu absolvieren. Ob es nun an mangelnder Nachfrage oder doch am mangelndem Angebot liegt, bleibt fraglich. Fündig wurden wir im Schwabenländle: Zwei, nach unserer Meinung vorbildliche Kurse bietet im süddeutschen Esslingen Dipl. Physiker Albrecht Salm an. „Albi“, wie er von Freunden genannt wird, gilt in Fachkreisen als Koryphäe zum Thema Dekompressionstheorie. Dr. Bernd Aspacher, Mitbegründer des Tech-Tauch-Verbandes PATD gehörte zu seinen Schülern und nahm ihn in der Widmung seiner Enzyklopädie des technischen Tauchens auf. Dr. Max Hahn ermöglichte es ihm, die in den Tauchcomputern MicroBrain und DC11 verwendeten Koeffizienten zu studieren; Jürgen Hermann (Divetronic, DecoBrain) stellte ihm Material zur Geschichte / Entwicklung von Tauchcomputern zur Verfügung.

„Tauchcomputer und Tauchtabellen Spezialkurs“ lautet der erste (Einsteiger-) Kurs, den Albi anbietet. Schlicht „ **Dekompression**“ der darauf aufbauende, weiterführende Kurs, der selbst Taucher, die sich bereits intensiver mit der Dekotheorie auseinandergesetzt haben, an der ein oder anderen Stelle ins Schwitzen, respektive Grübeln bringt.

TAUCHCOMPUTER UND TAUCHTABELLEN: „GIB STICKSTOFF OH HENRY“

Tauchen mit Tauchcomputern und Multilevel-Tauchgänge gehören heute zum Tauchalltag, Warum sich noch mit Tabellen und klassischen Rechteckprofilen beschäftigen? Sollte die Ausbildung nicht den Schwerpunkt -zeitgemäß- auf den Umgang mit Tauchcomputern legen? An und für sich lautet die Antwort: auf Beides! Das Erlernen einer guten Tauchgangs Planungund einer sicheren Tauchgangs Durchführungmit Tabelle(n)schafft gute Grundvoraussetzungen zum Verständnis der Dekompressionstheorie. *„Die richtige Handhabung moderner Tauchcomputer und Kenntnisse ihrer Grenzen, Logik und der verwendeten Rechnermodelle bringt Handlungssicherheit und beugt denkbaren Problemen vor*“, so Albrecht Salm im Gespräch mit **DiveInside**. *„Man muss sich jedoch darüber klar sein, dass ein Rechner Tauchen nicht unbedingt wirklich sicherer macht, wenn man diese Grenzen nicht kennt*“.

Der Kurs ist didaktisch gut aufgebaut: Albi beginnt mit Geschichtlichem zur Entwicklung der Dekompressionstheorie. Er streut kleine Exkurse ein (*„gib Stickstoff, oh Henry*“), nicht nur aus historischer und technischer Sicht interessant, sondern sie lockern das trockene Thema informativ und teilweise recht humorvoll auf. Der Referent garniert seinen Vortrag mit kleinen Übungsaufgaben, deren Komplexität unmerklich steigt. Alte Bekannte erscheinen im neuen Licht: Boyle, Henry, Dalton, Haldane, Bühlmann, Hahn. Zu allen hat Albi eine kleine Geschichte parat. Apropos Übungsaufgaben: schon einmal in Anwendung des Gesetzes von Henry die gesamte gelöste Stickstoffmenge in einem Menschen berechnet? Darüber diskutiert, wie sich Lösungskoeffizienten des Blutes und Fettes bei Temperaturänderungen verändern und dass sich hierausableitet, warum es angeraten ist, nach dem Tauchen nicht heiß zu duschen?.Es folgen Ausführungen zu Kompartimenten, ihren Halbwertzeiten und unterschiedlichen Toleranzen gegen Stickstoffüberdrücke. Die Teilnehmer betrachten Mikroblasen hinsichtlich ihrer hässlichen Rolle als Kondensationskeime für größere Blasen und finden sich schon wieder vor der nächsten Übungsaufgabe, bei der für eine kugelige Stickstoffblase mit Radius *r* der Druck berechnet werden soll, der nötig ist, den Radius zu halbieren damit das Blutgefäß wieder durchgängig ist. Nach Boyle: *p0 * V0 = const. = p1 * V1. „Der doppelte Druck*“ wirft ein Teilnehmer ein. Nein, weit gefehlt! Und nach der (für manche Teilnehmer überraschenden) Lösung der nächste Exkurs: die Wirkung von hyperbarem Sauerstoff. Anschaulich präsentiert am Beispiel von Druckkammerbehandlungen (Rekompression). Die Problematik einer Dekompressionskrankheit wird (be)greifbarer.

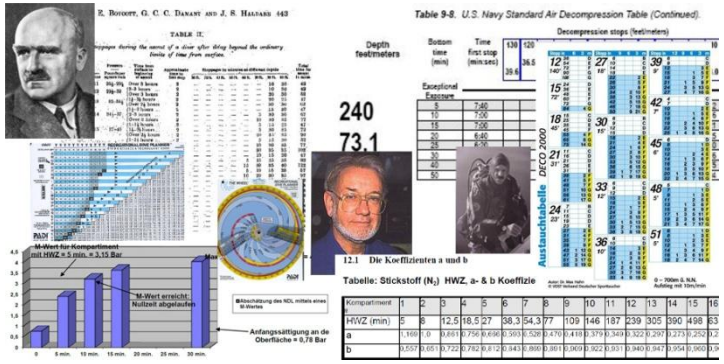
Nach der physiologischen und physikalischen Einführung (dem unmerklichen „Abholen“ der Teilnehmer auf ihrem jeweiligen

Kenntnisstand) widmet sich der Teilnehmerkreis den Tauchtabellen, beginnend bei Haldanes erster Tauchtabelle und seiner „2:1 Theorie“[1].

DEEP-STOPS ANFANG ANNO 1900…

…. UND DER LAIE WUNDERT SICH …..

Wiederum allgemeines Erstaunen: was Tauchern heutzutage oftmals als neuester Schrei aus der Tec-Szeneverkauft wird, z.B. Deko mit reinem Sauerstoff, Tauchen mit NITROX, Mindest-OFPzwischen 3h und 4h, die verstärkte Berücksichtigung der langsamen Kompartimenten, deep stops, die Vermeidung vonMikroblasen sowie „asymmetrische Entsättigung“ wurde von Haldane und seinen Mitarbeitern schon Anfang des 1900angedacht und auch qualitativausgeführt (tlw. lediglich anders benannt). So wurden z.B. tiefe Stopps bereits von Haldane in seiner Tabelle IIdokumentiert.



Es folgen die Tabellen der US-Navy, Nullzeittabellen von PADI und SSI, kuriose Tabellen wie beispielsweise die kleinste Tauchtabelle der Welt, weiter über das Tabellenwerk der DCIEM bis zu Bühlmann / Hahn. Die Probanden haben Gelegenheit, Tauchgänge wie z.B. zum Wrack der Jura mit unterschiedlichen Tabellen zu planen und zu vergleichen. Erfahren viel über M-Werte der diversen Tabellen, über Koeffizienten, Modelle und über jeweils zugrunde gelegte Prämissen.

TAUCHCOMPUTER :

THIS MACHINE HAS NO BRAIN – USE YOUR OWN!

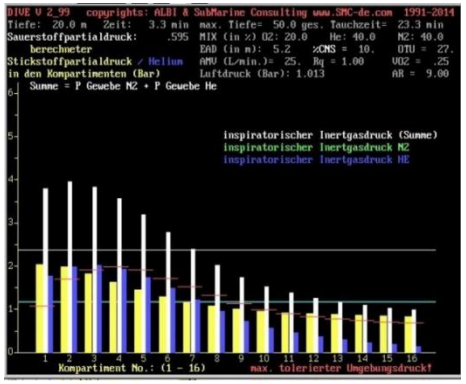
„Computer rechnen vor allem damit, dass der Mensch denkt, denkt stets daran!“ mit diesen Worten stellt Albi sein virtuelles Tauchcomputermuseum vor: Beginnend mit dem ersten analogen Tauchcomputer der Welt, der 1955 zwei Kompartimente mit Halbwertszeiten von 40 und 75 Minuten pneumatisch simulierte, bis hin zu aktuellen Modellen der Sport- und Tec-Computer geht er auf Funktionsweisen, verwendete Algorithmen, auf Möglichkeiten und Grenzen bei Hardware, Software und Implementierung ein. Gegenüber Tabellen bieten Tauchcomputer durchAbtastraten von i.d.R. zwei- bis drei Sekunden exakte Berechnungen der beim Sporttauchen üblichen Multi-Level-Profile sowie der genauen Protokollierung in einer Logbuchdatei. Andererseits fehlen die Sicherheitspolster, die beim Planen eines reinen Rechtecktauchgangs naturgemäß vorhanden sind. „Nullzeitschrammeln“, eine oft verwendete Technik, indem man immer bei zu Ende gehender Nullzeit einige Meter höher steigt, birgt Gefahren, auch wenn der Rechner signalisiert, alles wäre in Ordnung. Aus diesem

Grunde geht der Workshop auch auf Sicherheitsempfehlungen beim Computertauchen ein, z.B. auf schonende „Austauchmuster“ (© Albi) bei langen “Nullzeit”-Tauchgängen: Stops auf 12 m / 1‘, 9 m / 1‘, 6 m / 4‘, 3 m / 2‘. Bei längeren dekompressionspflichtigen Tauchgängen empfiehlt sich der Einbau von tiefen Stopps à 3 Min, um nur einige Beispiele zu nennen.

Neben den Vorteilen heutiger gebräuchlicher Dekompressions-Algorithmen werden die prinzipielle Schwächen, die sowohl für Perfusions- (Gewebemodelle ZH-L, ZHL ADT, ZH-L mit Gradientenfaktoren …)[2]- als auch Blasenmodelle (VPM, RGBM)[3] gelten, benannt. Als kleine Auswahl:„Low Pass“ (e-Funktion als Filter für hochfrequente Anteile), Körperliche Belastung („workload“), Biometrie der Klientel, Adaption der Klientel, Latenz bei Gaswechsel, Symmetrie bei Auf- & Entsättigung. Zuletzt das Szenario des Totalausfalls des Tauchcomputers: Bei fehlender Redundanz (Uhr / Tiefenmesser) fehlen Informationen über die aktuelleTiefe, Zeiten und individuellem Dekompressionsstatus. Hier plädiert der Referent für ein vernünftiges Ausfallkonzept: Ein „Back Up-System“in Form eines zweiten Computers, alternativ Bottom Timer oderUhr undTiefenmesser nebst (Deko)Tabelle.

FINALE FURIOSO!

Langsam wird klar, warum in der Ausschreibung „open end“ angekündigt wird: wer jetzt noch aufnahmebereit ist, dem winkt noch als Leckerbissen eine Tauchgangsimulation am PC auf Basis eines von Albrecht Salm mit der Computersprache FORTRAN 77 entwickeltem Programm zur interaktiven Simulation von beliebigen Tauchgängen, welches die Sättigung von 16 Kompartimente eines ZH-L Modells mit Bühlmann bzw. aktuellen Hahn-Koeffizienten in Abhängigkeit von Tiefe und Zeit, Gemisch und OFP aufzeigt, sowie Simulations-Tools enthält, mit denen unterschiedliche Modelle zur Deko-Prognose berechnet werden können. Das Programm verfügt über eine grafische Ausgabe und zeigt so für jede beliebig wählbare Tiefenstufe die jeweilige Sättigung der Gewebegruppen.



Eindrucksvoller kann Kompression und Dekompression nicht be-greifbar gemacht werden.

Detaillierte Hintergrund-Infos zum Programm finden sich dann im "Deko Workshop", dem zweiten Kurs / Workshop, der auf dem Tauchtabellen / Tauchcomputer Seminar aufbaut und den Taucher anspricht, der noch tiefer in die Entwicklung und Tiefen der Dekotheorie einsteigen möchte.

FAZIT UND AUSBLICK

Der Kurs „Tauchcomputer und Tauchtabellen“ kann jedem Taucher man’s Herz gelegt werden.Jeder Teilnehmer kann sich sicher sein, dass keine Frage unbeantwortet bleiben wird und er mit vielen Denkanstößen nach Hause geht; auch vielleicht heutiges praktiziertes

Tauchverhalten überdenkt. Und mit Sicherheit beim Kauf des nächsten Tauchcomputers den ein oder anderen Händler durch tiefschürfende Fragen und Kommentare in Verlegenheit bringen kann ;-)

Wer nach diesem Kurs noch nicht genug hat, dem sei der Aufbaukurs „DEKOMPRESSION“ empfohlen. Doch Obacht: 423 Seiten umfasst das zugehörige Manual, welches man am besten vorher zumindest einmal durcharbeitet. Definitiv kein Lehrbuch für TEC-Novizen und erst recht keines für frischgebackeneTaucher. Als zweiter Band beinhaltet es weiteremathematische Details zu den Algorithmen, Theorien und ihre physiologischen Grundlagensowie fortgeschrittene Anwendungen und ihre medizinischen Grenzen. Damit wird vomUmfang, der Detailtiefe und vom Anspruch die Grenze der traditionellen (Tec-)Taucherausbildung wesentlich überschritten! Also keine Fortsetzung der Reihe: „Decofor Dummys“ … oder so ähnlich, eher eigentlich „Decompression for Scientists and Engineers“

Zur Person

Diplom-Physiker Prof. Dr. Albrecht Salm, kurz "ALBI" genannt, taucht seit 1976. Seine Liebe gilt dem technischen Tauchen, der Dekompressionstheorie, Tauchcomputer und der Tauchmedizin. Albi kennt so ziemlich jede Tauchtabelle und jedes Dekompressionsmodell sowie nahezu alle gängigen Tauchcomputer; sein „Tauchcomputermuseum“ zeigt die Entwicklung der frühen 60er Jahre bis heute.

PADI Master Scuba Diver Trainer # 33913, SSI Tec-Instructor # 12653 , Specialty Instructor fürAdvanced Nitrox, Technical Foundations, Decompression Procedures, Normoxic Trimix und Advanced Decompression Procedures, Nitrox, Rebreather, Helmtauchen,Tauchcomputer und Tabellen

Auf seiner Webseite **Dive Tables** stellt Albi jede Menge Informationen zum Thema Dekompression bereit. Seit vielen Jahren ist es mit dem **Tauchsportcenter Esslingen** assoziiert, in dem er mehrmals im Jahr Kurse und Workshop zum Thema anbietet. Link zu aktuellen Terminen: **Termine 2015**.

Inhalt des angesprochenen Aufbaukurs zeigt diese Übersicht:
http://www.divetable.de/skripte/Deko_Manual.pdf

Manuals zu den vorgestellten Kursen sind erhältlich über
www.SMC-de.com

Erläuterungen

[1]„2:1“ bezieht sich auf das Verhältnis zum Umgebungsdruck an der Oberfläche bzgl. Stickstoff heißt das also 2 * 0,79 = 1,58 : 1

[2]ZH-L XX/ =ZH wie Zürich, L wie linear, XX= Anzahl der Koeffizientenpaare a-/b, die somit die Kompartimente unterschiedlich berücksichtig, ADT für Adaptiv

[3] VPM = Varying-Permeability Model, RGBM = Reduced Gradient Bubble Model